放射線管理計算機システム

三保谷 英一（みほや　えいいち）　田辺　健一（たなべ　けんいち）　明石　倫雄（あかし　みちお）

1　まえがき

放射線管理システムは，原子力施設の放射線管理区域で働く作業者の被ばく情報や，施設内外の放射線関連情報の管理を行うためのもので，原子力発電所ではミニコンピュータなどを用いたシステムが導入されている。最近では，放射線管理業務の合理化および高度化が進み，これに伴い放射線管理システムの重要性も高まってきた。このため，放射線管理システムには，以前に増して高い信頼性や操作性，リアルタイム処理性などが要求されている。

富士電機は作業者の被ばく情報を管理する個人被ばく管理システム，主に施設周辺の放射線関連情報を管理する環境放射線管理システム，さらにこれらを統合化した総合放射線管理システムにおいて，国内最多の納入実績を有しており，原子力発電所の放射線管理業務の合理化に資するシステムをユーザーとともに構築し，提供し続けてきた。このような放射線管理分野におけるシステム構築実績をもとに，最近の計算機分野における新技術を積極的に取り入れ，ニーズの高度化・多様化に対応した総合放射線管理システムを開発し，これを 2003 年 3 月，北海道電力(株)泊発電所に納入した。

このシステムでは，まず個人被ばく管理機能においてはさらなる合理化や各種申請業務の迅速化のニーズに応えるべく，申請業務における将来の電子化にも対応したワークフロー機能を付加した Web システム（395 ページ「解説」参照）を開発した。また，施設の放射線関連情報の管理機能においては監視機能の強化を中心にロギング機能向上ニーズが強まっていることに対応し，リアルタイムデータ監視機能や警報監視機能を強化させた。

本稿では，富士電機が開発した放射線管理計算機システムの概要について紹介する。

2　システム構成

図１に本システムの全体構成を，また**図２**に本システムのサーバ群の外観を示す。本システムは総合放射線管理システムであるが，リアルタイム処理については，管理データに相関のない個人被ばく管理用のサーバ（以下，個人管理サーバという）と，施設内外の放射線データ管理用のサーバ（以下，施設管理サーバという）は独立構成として負荷分散，危険分散化を図るとともに，おのおの二重化構成として処理の連続性を確保させている。

(1)　個人管理サーバ

個人管理サーバは，作業者の放射線管理区域の入域・退域の制御や実績データの管理，退域時の汚染測定データなどの収集・管理を行っており，データを時系列で管理する必要があることから，異常時に運転系から待機系に機能およびデータを引き継ぐデュープレックス方式としている。系切替え中に発生した入退域実績データはソフトウェア的に処理抜けを防止している。共有ディスクは筐体（きょうたい）自体を二重化しており，電源部異常（片系）を含め，装置異常による処理中断の発生を防止している。

(2)　施設管理サーバ

施設管理サーバは，プロセス入力装置や施設内外の放射線関連設備から各種データを収集・管理するとともに，自治体や国に送信を行うデータ送信局装置への伝送を行っている。本サーバは，系切替え時の欠測（データ収集の欠落）を防止するため，データの収集処理を運用系・待機系の両系ともに行うデュアル方式としている。データベースへの書込みや送信処理は運用系のみで行うが，伝送相手が二重化されている設備との伝送は，２：２の伝送（相手側設備の両系からサーバの両系に伝送）とすることで，伝送異常時のデータ欠測を極力回避させている。ディスクは個人管理サーバ同様，筐体を二重化している。

(3)　運用管理サーバ

これらのサーバと別に，非定型業務のサポート機能や，業務スケジュール管理，電子文書管理機能などを行うために運用管理サーバを設けている。このサーバは，大量データや大量の電子文書データを取り扱うことなどから，負荷分散化のため個人管理サーバおよび施設管理サーバと独立の構成としている。

本システムは，画面機能をブラウザ方式とすることで，

三保谷 英一

放射線管理システムの設計に従事。現在，富士電機システムズ(株)電力営業本部第二統括部放射線営業部課長。

田辺　健一

放射線管理システムなどの設計および製作とりまとめに従事。現在，富士電機システムズ(株)e-ソリューション本部放射線システム統括部放射線システム部。

明石　倫雄

放射線管理用計算機システムの応用ソフトウェアの開発・設計に従事。現在，(株)エフ・エフ・シー社会インフラソリューション部。

図１　システム構成

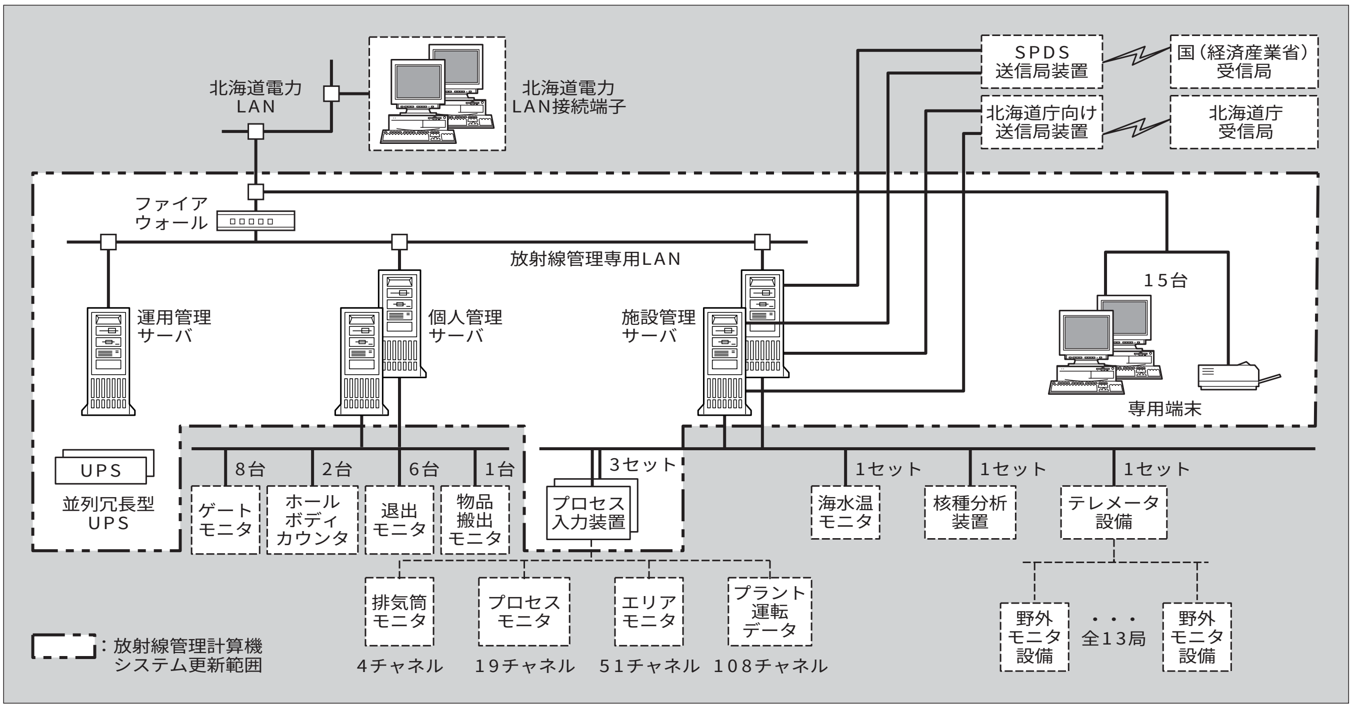


図２　本システムのサーバ群

ユーザーの LAN に接続された端末も利用可能としている。このため，端末装置としてユーザーの既存パソコンなどを利用することも可能であり，また将来的にユーザーの LAN に接続できる環境が整えばユーザーの自席のパソコンを本システムの端末装置として利用することも可能となり，電子承認業務をはじめとした各種申請業務の大幅な合理化が期待される。

3　システム機能の特徴

(1)　個人管理機能

本システムの個人管理機能の概要を**表１**に示す。

本システムの最大の特徴は，ヒューマンマシンインタフェースの Web 化により所内 LAN に接続された所員や協力会社の端末での操作を可能にしたことと，申請業務のためのワークフロー機能を付加したことである。Web 画面上で表示された本システムの画面例を**図３**および**図４**

表１　個人管理機能の概要

業　務	機　能	機能概要
個人線量管理	従事者登録管理	原子炉等規制法および障害防止法の従事者登録およびデータの管理，申請書印字
	外部被ばく管理	日々の線量データを収集，月線量とともに管理。年度記録を自動作成
	内部被ばく管理	ホールボディカウンタの測定データ管理，期限管理帳票の自動配布
	健康診断，教育管理	健康診断，教育データの登録，管理。期限管理帳票の自動配布
出入管理	入退域管理	入退域管理装置での入退域資格チェック，入域時間監視
	身体汚染処理	全身表面汚染モニタの測定データを登録，汚染記録作成
放射線作業管理	作業件名管理	作業件名を電子申請（作業者申請も電子申請可能）
	作業線量管理	管理区域入域実績をもとに，作業件名ごとの被ばくを自動集計
一時立入管理	一時立入管理	一時立入件名を電子申請。実績および人数を管理
区域区分管理	区域区分図処理	管理区域の区域区分図データを号機ごと，プラント状態ごとに管理
物品情報管理	物品データ管理	物品モニタでの汚染発生情報，放射性物品，衣服モニタ運転状態を管理
報告書管理	定期検査報告書作成	定期検査計画を登録し，実績データを集計。対外報告用の定検報告書を作成
	運転実績管理	プラントの運転状況などのデータを入力，運転実績報告書を作成
	対外報告書作成	経済産業省や労働基準監督署向け定期報告書を自動作成
手帳印字処理	放射線管理手帳印字	放射線管理手帳に従事者のデータを自動印字

に示す。ワークフロー機能は，放射線管理における各種申請業務に対応させるため，アプリケーションソフトウェア

により放射線管理システム専用に開発し，きめ細かい機能性・操作性を持たせている。以下にその概要を記す。

従事者指定申請時には，過去の指定データを再利用できる参照登録を可能とし，承認操作は申請ごとでも一括でも可能である。健康診断受診情報や放射線防護教育受講情報の申請は，所属ごとで同一日付のケースが多いため，所属ごとにまとめて申請できる。指定解除申請機能では，解除が可能な者を自動抽出し，申請のための線量値などをデフォルト表示するなど，申請操作の簡略化を図っている。作業件名の申請・登録機能についても，作業件名情報の事前台帳登録機能を設け，ここに事前登録しておくことで定期検査ごとに毎回行う同じ作業件名の登録は容易に行える。また，作業件名情報に付随する作業員情報の登録も，所属ごとにリストアップされた中から選択して登録できる。放射線管理の要領書や報告書など作業申請者側からの提出書類は，提出状況が確認できるようにしている。

さらに，申請用のHTML（Hyper Text Markup Language）フォーマットを外部媒体にダウンロードし，これにデータを入力してのアップロード申請もできるようにすることで，所内LANに接続された端末を持たない協力会社でもフロッピーディスクなどを用いて容易に電子申請が行えるようにしている。

入退域管理装置から収集した線量実績情報は，必要な形に自動集計される。また，表形式で画面表示されたデータは，すべてワンタッチ操作でExcel〈注〉に直接はり付けできるため，その後のデータ加工が容易に行える。

なお，将来の申請電子化に伴うペーパーレス化に対応し，申請書や許可証は当該アドレスに電子メールで送付できる。

申請業務の合理化だけでなく，放射線管理の主管部署から各所属や協力会社への通知書などの配布についても電子メールによる自動配信とし，受信側で必要に応じてデータとして保存または印刷する方式とすることで，配布業務を不要とし，紙の削減化も図っている。

(2)　施設・環境管理機能

本システムの施設・環境管理機能の概要を**表2**に示す。

本機能では，収集したデータから瞬時値，1分値，10分値，1時間値などの集計値を作成する前に，収集した値が正常なデータの範囲内であることを判定しており，この範囲を逸脱した場合は異常値として警報出力を行う。

本システムに登録された各種データは，一覧表形式や各建屋内の平面図に線量率値を表示した線量率マップ，施設周辺地図に環境管理情報を表示した環境マップ（**図5**），時系列のトレンドグラフ（**図6**）など，管理目的に合致し

〈注〉Excel：米国Microsoft Corp. の登録商標

図3　従事者指定申請画面

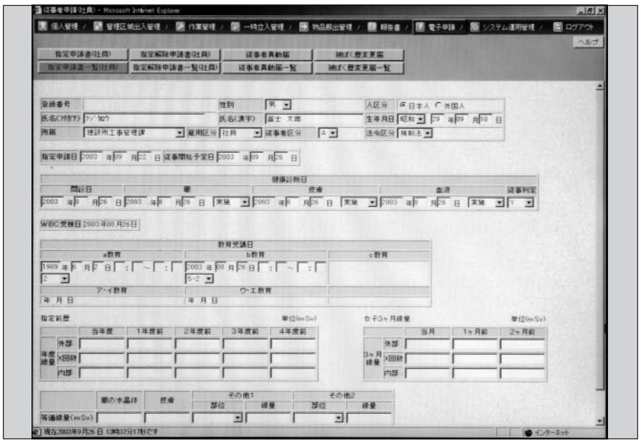


図4　定期検査の線量推移図画面

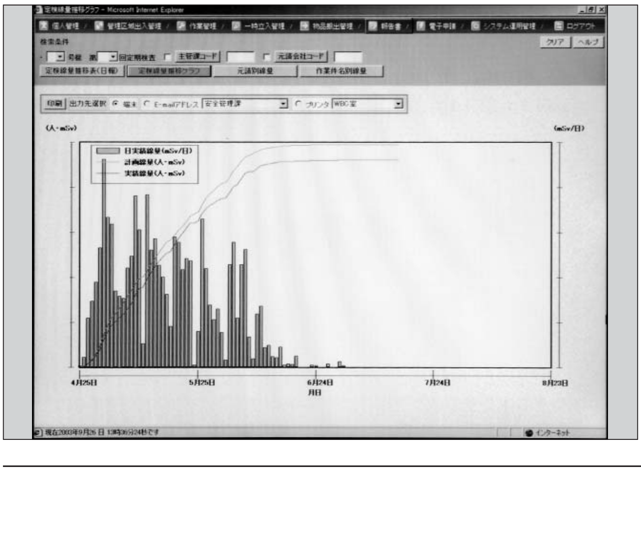


表2　施設・環境管理機能の概要

業　務	機　能	機能概要
所内放射線管理	オンラインデータ収集	所内放射線モニタのデータを収集，10分値，1時間値などを演算
	測定データ管理	トレンドグラフ，系統図，マップおよび表形式で画面・帳票に出力
環境放射線管理	オンラインデータ収集	オフサイトモニタ，PAモニタのデータを収集，10分値，1時間値などを演算
	空気吸収線量，線量率測定	周辺環境データを端末から登録，帳票，対外報告書を自動作成
	測定データ管理	トレンドグラフ，マップおよび表形式で画面・帳票に出力
気象データ管理	オンラインデータ収集	気象観測データを収集，10分値，1時間値などを演算
	測定データ管理	トレンドグラフ，マップおよび表形式で画面・帳票に出力
海水管理	オンラインデータ収集	海水温度データを収集。また海水状態をリアルタイム監視
	測定データ管理	トレンドグラフ，マップおよび表形式で画面・帳票に出力
計測器管理	計測器スケジュール管理	計測器の貸出情報，部品情報，保守情報などを管理
防護具管理	防護具在庫管理	防護具の在庫数量を防護具の種類ごと，場所ごとに管理，帳票作成
廃棄物管理	気体廃棄物管理	排気筒モニタなどから放射性希ガス放出量を算出，管理帳票作成
	液体廃棄物管理	廃液測定データなどから液体廃棄物放出量を算出，管理帳票作成
	固体廃棄物管理	固体廃棄物管理システムと連携し廃棄物管理帳票を作成
放射性同位元素管理	線源情報管理	密封線源情報，チェッキングソース情報などを登録
公衆被ばく管理	公衆被ばく評価	気体廃棄物と液体廃棄物データから周辺公衆被ばくを算出

図５　環境放射線マップ画面

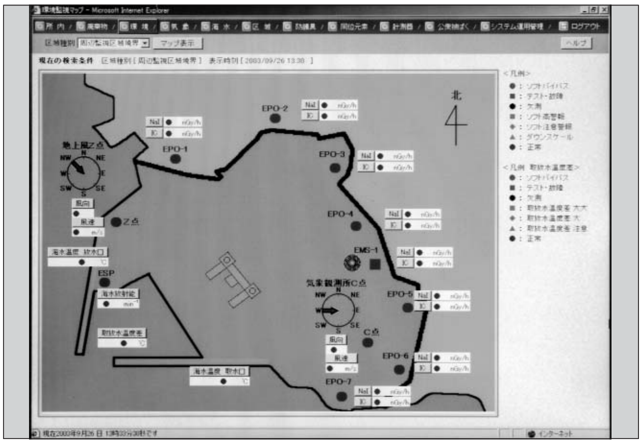
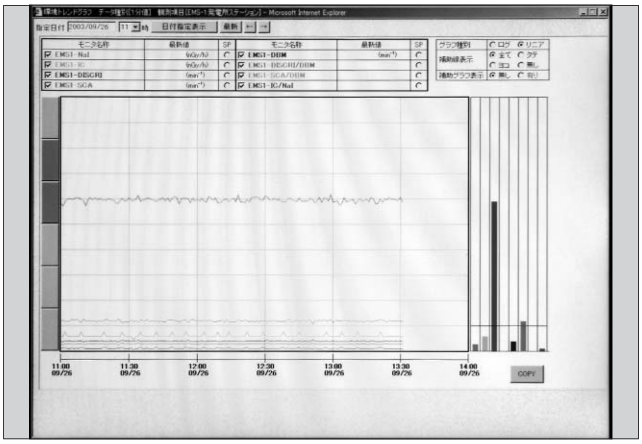


図６　放射線モニタのトレンドグラフ画面



た表示が行える。このうちトレンドグラフでは，表示グループを任意に選択できるほか，グラフスケールの変更やリニア/ログの表示切替えが画面上で容易に行えるようにし，プラント異常時の監視機能に柔軟性を持たせている。

表形式の表示データは，個人管理機能と同様，ワンタッチ操作で Excel に直接はり付けできる。

また，計測器の貸出し状況がスケジュール表形式で確認できるなど，各種物品の管理機能も充実させている。

さらに，対外報告書の出力機能や，周辺公衆被ばく評価機能など，管理業務全般をサポートする機能を有することで，放射線管理業務全般に関する総合管理システムとしての機能を具備させた。

(3)　共通管理機能

本システムにおける共通機能の概要を**表３**に示す。

富士電機が従来から開発・提供していた EUC（エンドユーザーコンピューティング）機能を Web システムに対応させ，本システムに取り入れた。本機能では，協力会社も必要なデータのみを必要な形式で取り出せるため，データ加工や自社の管理システムとの連携も容易になった。また，あらかじめデータ抽出日時を予約しておくこともできるため，ルーチン業務で必要なデータは，その都度操作することなく決められた時間に自動的に抽出させることができる。本機能は，協力会社にも開示するにあたり，出力

表３　共通機能の概要

業　務	機　能	機能概要
システム管理	システム管理	○システム状態を監視し，異常時は系切替え，警報出力 ○システム運用状態などをシステム系統図に集約表示 ○システム警報をメッセージ表示およびチャイム鳴動
	セキュリティ管理	当該者が利用可能な機能をパスワードで制限
	メンテナンス管理	システム定数を管理，運用に合わせて変更可能
	ヘルプデータ管理	取扱説明書などを画面の「ヘルプ」で参照可能
	緊急通報機能	システムの検出異常情報を指定箇所に自動通報
業務支援機能	EUC検索機能	任意様式でデータを高速検索，ExcelやCSV形式で出力
	文書配布機能	システムの出力帳票や，その他の電子文書を管理，電子配布

データに制限を設けてセキュリティ管理を行っているため，市販のデータ抽出用ソフトウェアと異なりデータの無用な開示が回避できる。

本システムには緊急通報機能を設けており，システムの異常時や，システムで収集したデータの異常を検出した場合にはあらかじめ指定された電話に自動通報を行う。この機能により，従来より迅速かつきめ細かくシステムの異常検知が行え，重要障害を事前に回避することも可能になる。

また，本システムでは，システム内で発生した電子文書やその他の文書を任意に管理できる文書管理機能として，チームウェアソフトウェアを放射線管理業務に適した形に改良したものを導入している。また，管理業務に必要な各種スケジュールを登録し，期限に達するとアラームを発報するスケジュール管理機能なども設けた。

このような機能アップだけでなく，システムのランニングコストを低減させるべく，帳票はすべて Excel 様式とし，よく行われる印欄や固定印字文字の変更など，帳票の固定部の変更はユーザーにより行えるようにした。

４　あとがき

本システムは，ヒューマンマシンインタフェース機能の Web 化により発電所内の LAN に接続されたユーザー側の端末でも操作可能としたほか，非定型の各種集計業務などに対応した機能の付加を行った。これにより，ユーザーの申請から承認までの各種業務が大幅に合理化されただけでなく，帳票の軽微な変更をユーザーで行えるようにするなど拡張性の向上や，非定型業務の支援機能によるランニングコスト低減など，実質的にメリットの大きいシステムとすることができた。

最後に，本システムの設計・製作および本稿執筆にあたり，多大なご指導・ご協力をいただいた北海道電力(株)泊発電所殿に深く感謝する次第である。

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。